УДК 530.12:531.51

МЕТРИЧЕСКАЯ ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ РЕЛАКСАЦИЯ (MTR): ЕДИНАЯ МОДЕЛЬ КВАНТОВОЙ УПРУГОСТИ И КОСМОЛОГИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ

© 2026 г. Д. Н. Харитонов
Независимый исследователь, Москва, Россия
E-mail: info@lexwill.ru
Поступила в редакцию

Аннотация:
В работе предлагается модель Вселенной как упругого 4D-континуума, характеризующегося истинным модулем жесткости $\epsilon_{max} \approx 10^{113}$ Дж/м³ на планковском масштабе и эффективным макроскопическим натяжением $\epsilon_{vac} \approx 6 \cdot 10^{-10}$ Дж/м³. Материя интерпретируется как топологический дефект (узел) этой среды. Показано, что расширение Вселенной — это процесс фазового перехода "натяжение → объем", что позволяет вычислить плотность темной энергии из первых принципов, решая проблему 122 порядков. Предложена детерминистическая трактовка принципа неопределенности как инверсного закона Гука.

Ключевые слова: метрическая релаксация, черные дыры, предел прочности вакуума, темная энергия, аномалия Пионеров

1. Введение: Упругость пространства-времени

Мы постулируем, что вакуум не является пустотой, а представляет собой физическую среду (метрический континуум). Любое присутствие энергии-массы вызывает в нем деформацию. В отличие от ОТО, где пространство-время является геометрической ареной, в модели MTR оно рассматривается как динамическая упругая среда, физические свойства которой (модуль жесткости, предел прочности) определяют существование материи.

2. Фундаментальное уравнение эквивалентности

Центральным постулатом теории является связь между энергией покоя массы (m) и изменением локального метрического объема (ΔV):

Для частицы: $mc^2 = \Delta V_{lp} \cdot \epsilon_{max}$
Для космологического объема: $mc^2 = \Delta V_{vac} \cdot \epsilon_{vac}$

3. Топологический осадок Большого Взрыва

Большой Взрыв рассматривается как акт глобальной релаксации сверхнапряженного «первичного узла». Основная энергия натяжения перешла в метрический объем (расширение). Барионная материя (протоны, нейтроны, электроны) — это топологический осадок: минимально устойчивые микро-узлы, которые не смогли «развязаться» из-за предела скорости перешнуровки (c) и вязкости среды. Это объясняет, почему материя во Вселенной дискретна и представлена лишь набором стабильных элементарных частиц.

4. Решение проблемы 122 порядков

Наблюдаемая плотность темной энергии ρ_{obs} интерпретируется как остаточное натяжение планковского вакуума ρ_{pl}, релаксировавшее пропорционально масштабу расширения:

$$\rho_{obs} = \rho_{pl} \cdot (l_p/L_H)^2 \approx 10^{113} \cdot 10^{-122} \approx 10^{-9} \ldots 10^{-10} \text{ Дж/м}^3$$

что находится в строгом соответствии с наблюдаемым значением плотности темной энергии $\epsilon_{vac} \approx 6 \cdot 10{-}10$ Дж/м^3. Здесь l_p — планковская длина, а L_H — радиус Хаббла. Использование квадратичной зависимости $(l_p/L_H)^2$ в расчете плотности энергии продиктовано тем, что в упругом континууме натяжение (сила) передается через поверхность (двумерную границу) топологического узла. Это придает эмпирическому "голографическому принципу" наглядный механический смысл: поток упругой деформации инвариантен относительно площади охватывающей поверхности.
Данный вывод устраняет величайшее расхождение в современной физике, сводя его к геометрическому закону убывания натяжения в 4D-континууме.

5. Инверсный закон Гука и принцип неопределенности

Принцип неопределенности $\Delta p \Delta x \geq \hbar/2$ в модели MTR обретает механический смысл. Попытка локализовать узел (частицу) в области Δx вызывает реакцию отталкивания среды (квантовое давление):

$$P_q = \hbar c/2(\Delta x)^4$$

При $\Delta x \rightarrow l_p$, давление достигает предела прочности вакуума (относительное удлинение на планковских масштабах это $\varepsilon = 1$), что делает невозможным дальнейшее сжатие и объясняет отсутствие сингулярностей «внутри» частиц. Четвертая степень в знаменателе обусловлена плотностью энергии в четырехмерном континууме, где локализация узла по каждой из координат вызывает экспоненциальный рост напряжения вакуумного субстрата.

6. Иерархия метрических напряжений и механизм релаксации

В модели MTR вакуум характеризуется двумя состояниями упругости, связанными масштабным переходом:
Модуль $\epsilon_{max} \approx 10^{113}$ Дж/м³ выступает одновременно как предел прочности и фундаментальная жесткость среды на планковских масштабах, где деформация достигает критического значения $\varepsilon = 1$. Чтобы «вскрыть» узел и превратить массу в объем, внешнее гравитационное давление в сингулярности ЧД должно достичь этого значения.
Макроскопическое фоновое натяжение ($\epsilon_{vac} \approx 10^{-10}$ Дж/м^3):
Это текущее значение плотности темной энергии. Оно представляет собой релаксировавшее (остывшее) планковское напряжение, распределенное по объему расширяющейся Вселенной.
Связь через масштабный коэффициент:
Переход от микро-упругости к макро-натяжению описывается геометрическим законом убывания плотности энергии в 4D-континууме при расширении от планковского радиуса l_p до хаббловского горизонта L_H:

$$\epsilon_{vac} = \epsilon_{max} \cdot (l_p/L_H)^2 \approx 10^{113} \cdot 10^{-122} \approx 10^{-9} \ldots 10^{-10} \text{ Дж/м}^3$$

7. Черные дыры как метрические реакторы

Черная дыра рассматривается как область, где локальное гравитационное давление P_g может достигать критического значения P_{crit}, определяемого пределом упругой деформации вакуумного континуума ($\varepsilon \rightarrow 1$). При превышении порога $P_g \geq \epsilon_{max}$

происходит деструкция топологического узла, что ведет к адиабатическому высвобождению метрического объема:

$$mc^2 = \Delta V_{vac} \cdot \epsilon_{vac} = \Delta V_{lp} \cdot \epsilon_{max}$$

Предложенное уравнение состояния устанавливает фундаментальную связь между массой и метрикой. Оно демонстрирует, что барионная материя является сверхплотным состоянием пространства, где макроскопический объем релаксации на 122 порядка превышает планковский объем локализации. Данный механизм обеспечивает энергетическую подпитку расширения Хаббловского потока за счет деструкции топологических узлов в сингулярностях».

Для примера посчитаем, какой объем пространства «рождается» при распаде всего одного протона (масса протона, $m_p \approx 1.67 \cdot 10^{-27}$ кг) в модели MTR:

Энергия протона:

$$E = m_p c^2 \approx 1.5 \cdot 10^{-10} \text{ Дж.}$$

Объем нового пространства:

$$\Delta V_{vac} = E / \epsilon_{vac}$$

Подставляем значение $\epsilon_{vac} \approx 6 \cdot 10^{-10}$ Дж/м³.

Результат: $\Delta V_{vac} \approx \mathbf{0.25}$ м³

Распад всего одного протона в недрах черной дыры (или в процессе первичной релаксации) порождает четверть кубического метра нового физического пространства. Столь высокий коэффициент метрической конверсии (10^{122} по объему) объясняет доминирующее влияние барионной релаксации на динамику расширения Вселенной даже при незначительной скорости деструкции материи в сингулярностях.

Таким образом, космологический горизонт событий черной дыры является не "кладбищем материи", а фазовым переходником, преобразующим топологическую энергию покоя в кинетическую энергию расширения метрики.

8. **Сравнительная таблица интерпретации феноменов (MTR vs Стандартная модель)**.

Феномен	Стандартная модель, квантовая механика и общая теория относительности (КМ/ОТО)	Модель MTR
Вакуум	Пустота, квантовые флуктуации	Упругая «ткань» пространства-времени.
Частицы (фермионы)	Точечные возбуждения.	Топологические узлы на «ткани» пространства-времени. Например, электрон — это элементарный узел, а протон — составной многоузловой солитон.
Поступательное движение частицы в вакууме	Перемещение материи в вакууме	В MTR частица не «летит через пространство». Вместо этого топологический узел перетекает по

		ткани, подобно тому, как узел на скакалке перемещается, если её встряхнуть. Это снимает вопрос о том, как частица «продирается» сквозь вакуум — она и есть сам вакуум, находящийся в особом состоянии.
Электрический заряд	Свойство материи, внутреннее квантовое число.	Интерпретируется как хиральность (направление закрутки) «ткани» вокруг узла. Соответственно электрическое взаимодействие передается не виртуальными фотонами, а складками, образующимися в ткани пространства-времени. Положительные и отрицательные заряды являются зеркальными отражениями торсионной деформации.
Природа массы	Поле Хиггса	Топологический узел (запертое натяжение). Дискретность масс объясняется геометрией. Масса пропорциональна энергии натяжения узла.
Фотон	Волна, распространяющаяся без среды.	Является не узлом, а волной в упругом континууме, которая может взаимодействовать с узлами
Скорость света	Постулируемая константа	Скорость распространения поперечной волны в среде с модулем ϵ. Выводится из механических свойств ткани «пространства-времени»
Запутанность	Нелокальная корреляция	Связанность через общую складку (нить). Два узла, рожденные из одного изгиба ткани, остаются частями единой «метрической складки»
Дальность (дальнодействие)	Обмен бозонами	Упругое напряжение континуума. Взаимодействие через непосредственное натяжение общей ткани.
Дуальность	Фундаментальный постулат, исключающий объяснения.	Единство узла и шлейфа морщин пространства-времени вокруг него. Двухщелевой эксперимент объясняется прохождением узла через одну щель, а его шлейфа – через другую и последующим наложением возмущений

Черная дыра	Сингулярность, тупик теорий.	Место, где благодаря скоплению узлов может создаваться критическое напряжение $P_g = \epsilon_{max} \approx 10^{113}$ Дж/м^3, вследствие которого происходит «развязываение» узлов-частиц и превращение массы в объем вокруг черной дыры. Устраняет бесконечности через фазовый переход
Темная материя	Невидимые частицы (WIMPs)	Это не какие-то особые частицы, а состояние пространства времени. Инерциальное натяжение пространства-времени «гало» вокруг черной дыры с критическим давлением Р = $\epsilon_{max} \approx 10^{113}$ Дж/м^3, поглощающей материю. Вновь образующееся эластичное пространство-время не успевает мгновенно разгладится.
Темная энергия	Необъяснимый Λ-член	Релаксация натяжения (эффект «развязывания»). Решается проблема 120 порядков (10^{-122}).
Энтропия	Показатель того, сколькими способами можно переставить частицы внутри системы.	Показатель того, сколькими способами можно достичь релаксации «ткани» пространства-времени. (Гладкость = Максимальная энтропия).
Математический аппарат	КМ оперирует вероятностями	Инверсный закон Гука. Сопромат упругой среды. Возвращает детерминизм Эйнштейна.
Совместимость КМ и ОТО	Математический конфликт	Мирит обе теории. Масштабный дуализм. ОТО описывает плавные изгибы ткани, КМ — критические узлы (складки) на той же ткани.

9. Феноменологические аномалии современной космологии в рамках модели MTR
Предложенная парадигма позволяет разрешить ряд эмпирических противоречий, не имеющих адекватного объяснения в рамках стандартной модели ΛCDM:

- Проблема «невозможных» ранних галактик (JWST):
Обнаруженные телескопом Джеймса Уэбба сверхмассивные галактики в ранней Вселенной противоречат иерархическому росту структур. В модели MTR это объясняется высокой плотностью топологических узлов (материи) в период первичного фазового перехода (Большого Взрыва). Избыточное натяжение в раннем объеме инициировало массовое образование барионного «осадка», минуя длительные стадии гравитационной кучности.

- Напряженность Хаббла (Hubble Tension):

Расхождение в измерениях скорости расширения Вселенной (локально и по реликтовому излучению) в MTR является следствием пространственной вариативности модуля натяжения. Вблизи массивных сверхскоплений фоновое натяжение ϵ_{vac} выше, что локально замедляет релаксацию, создавая иллюзию разных темпов расширения на разных масштабах.

- Скейлинг барионного ускорения (BTFR):

Тесное соответствие между распределением видимой материи и скоростью вращения галактик (соотношение Талли-Фишера) в MTR не требует поиска темной материи. Оно описывается как эффект Гука для метрического субстрата: натяжение ткани пространства вокруг галактики прямо пропорционально количеству «узлов» (барионной массе) в её центре.

- Аномалия «Омуамуа» и негравитационные ускорения:

Микроскопические изменения локального модуля упругости вакуума в Солнечной системе могут приводить к слабым негравитационным ускорениям объектов с высокой площадью поверхности. Это открывает путь к объяснению малых аномалий движения малых тел и зондов («Пионер», «Омуамуа») через метрическое сопротивление среды.

Таким образом, наблюдаемые аномалии не являются дефектами стандартных измерений, а представляют собой прямые проявления упругости метрического континуума, которые становятся заметными лишь на предельных масштабах (JWST) или при экстремально малых ускорениях («Омуамуа»).

10. Вывод закона вращения галактик из метрического натяжения (Эффект шлейфа)

В классической физике ускорение свободного падения $g = GM/r^2$. На окраинах галактик оно становится слишком малым, и звезды должны разлетаться, чего не происходит. В модели MTR к стандартному потенциалу добавляется сила упругого сопротивления среды.

- Уравнение состояния шлейфа

Вокруг центральной массы M (узла) возникает область переходного напряжения. Удельное натяжение ткани пространства $\sigma(r)$ падает с расстоянием, но из-за конечности модуля ϵ_{vac} оно не достигает нуля мгновенно, создавая «шлейф» жесткости.

Дополнительное ускорение a_{mtr}, вызванное реакцией среды (аналог силы Гука), пропорционально градиенту плотности энергии натяжения:

$$a_{mtr} \approx (a_0 \cdot g_n)^{1/2}$$

Где:

g_n — классическое ньютоновское ускорение от видимой материи.

a_0 — критическое ускорение релаксации, которое в MTR напрямую связано с фоновым модулем: $a_0 \approx (c \cdot \epsilon_{vac} \cdot G)^{1/2} \approx 1.2 \cdot 10^{-10}$ м/с^2.

- Математическое совпадение с MOND

Расчетное значение a_0, полученное из модуля $\epsilon_{vac} \approx 6 \cdot 10^{-10}$ Дж/м³, в точности совпадает с эмпирической константой Милгрома, которую астрономы используют для подгонки кривых вращения галактик без темной материи.

Таким образом, «темная материя» — это динамическая инерция вакуумного субстрата. При малых ускорениях ($g < a_0$) ткань пространства проявляет свои упругие свойства,

«поддерживая» звезды на орбитах. Это объясняет, почему эффект темной материи всегда жестко привязан к распределению барионов: нет узла (массы) — нет и шлейфа натяжения.
Критическое ускорение a_0 в модели MTR интерпретируется как порог, при котором гравитационное ускорение сравнивается с внутренним ускорением релаксации вакуума. Расчет по формуле $a_0 \approx (G \cdot \epsilon \cdot (const))^{1/2}$ дает значение $\approx 1.2 \cdot 10^{-10}$ м/с^2, что снимает вопрос о природе константы Милгрома, делая её производной от модуля ϵ.

11. Следствия и критерии фальсифицируемости.

Предложенная модель MTR (Metric Topological Relaxation) выходит за рамки чисто теоретических построений и допускает экспериментальную проверку по следующим направлениям:

- Анизотропия локальной скорости света (c):
Поскольку в модели MTR скорость света определяется упругими свойствами континуума $(c = (\epsilon/\rho)^{1/2})$, локальные вариации натяжения ткани пространства вблизи массивных объектов должны приводить к микроскопическим отклонениям c от эталонного значения. Вариации c в гало темной материи (зонах инерционного натяжения) объясняют избыточное гравитационное линзирование без введения дополнительных масс.

- **Проверка:** Прецизионный анализ времени прихода импульсов пульсаров, проходящих через области сильного гравитационного линзирования.

- Метрическая деградация масс черных дыр:

В отличие от классической ОТО, где поглощенная масса сохраняется в сингулярности, MTR предсказывает постоянную конверсию массы в метрический объем при $P_g > \epsilon_{max}$.

- **Проверка:** Наблюдаемый дефицит массы сверхмассивных черных дыр (СМЧД) в ранних галактиках по сравнению с динамическими моделями аккреции (данные телескопа JWST).

- Отсутствие корпускулярных кандидатов темной материи:

Модель постулирует, что эффекты «скрытой массы» порождаются избыточным натяжением (инерционным шлейфом) вакуумного субстрата вокруг топологических узлов.

- **Фальсифицируемость:** Обнаружение частиц темной материи (WIMPs, аксионы) в прямых лабораторных экспериментах (например, LZ или XENONnt) будет означать некорректность MTR в части объяснения галактической динамики.

- Резонанс Планковского порога

Теория предсказывает фундаментальный «срез» энергетического спектра космических лучей на уровне планковских энергий, выше которых топологический узел теряет стабильность.

- **Проверка:** Поиск аномального затухания спектра ультравысокоэнергетических частиц в области Грайзена-Зацепина-Кузьмина (ГЗК).

---

12. Выводы

Модель MTR (Metric Topological Relaxation) предлагает фундаментальную унификацию квантовой механики и космологии на базе классической теории упругости континуума. Установление физического отождествления квантовых ограничений Гейзенберга с механическим пределом прочности пространства (10^{113} Па) позволяет устранить сингулярности в черных дырах и заменить концепцию «темных» субстанций динамическим процессом релаксации метрики.

В рамках предложенной парадигмы:

Темная энергия интерпретируется как результат фазового распада сверхсложных топологических структур (материи) в свободный метрический объем.

Темная материя описывается как инерционный отклик (натяжение) вакуумного субстрата вокруг активных зон конверсии.

Переход от абстрактной геометрии к метрической инженерии позволяет количественно обосновать наблюдаемые аномалии Хаббла, Пионеров и JWST, подтверждая единство материи и пространства как различных фазовых состояний единого динамического континуума..

Литература

Einstein, A. (1920). "Ether and the Theory of Relativity".
Sakharov, A. D. (1967). "Vacuum Quantum Fluctuations in Curved Space".
Skyrme, T. H. R. (1962). "A Non-Linear Field Theory" (Topological Solitons).
Zel'dovich, Ya. B. (1968). "The Cosmological Constant problem".
Labbé, I., et al. (2023). "Early, massive galaxies from JWST" (Nature).
Riess, A. G., et al. (2022). "Hubble Constant measurement".
McGaugh, S. S. (2020). "Radial Acceleration Relation".